

“Un camino hacia las comunicaciones digitales de video en casa”

Resumen en español del proyecto fin de carrera:

“A PATH TOWARDS DIGITAL VIDEO COMMUNICATIONS AT HOME ”

“Un camino hacia las comunicaciones digitales de video en casa”



**Proyecto fin de carrera realizado por
Amin Ben Hossain García
Nia:100036186**

Ingeniería de Telecomunicaciones

Universidad de intercambio: Linköpings Universitet (Suecia)

Tutor: Kent Palmkvist

Fecha de lectura: 15 de Junio del 2009

Calificación obtenida: C

Universidad de origen: Carlos III de Madrid

Coordinador académico: Francisco Javier González Serrano

Cotutor: Francisco Javier González Serrano

Equivalencia calificación: 7-8 (Notable)

Resumen

En este documento se pretende resumir el proyecto fin de carrera “Un camino hacia las comunicaciones digitales de video en casa”.

La palabra “camino” tiene en este proyecto dos sentidos. Por un lado es el camino histórico que se ha recorrido hasta llegar a la era de las comunicaciones digitales en las que el contenido fuente es principalmente video y que por lo tanto empieza con los estándares analógicos de transmisión de video, y termina con los más avanzados e innovadores sistemas de transmisión inalámbricos. Por otro lado es el camino físico que dicho contenido debe recorrer desde que sale de la emisora de televisión, hasta que ésta puede ser utilizada para cualquier fin (visualización, grabación, etc) en nuestros propios hogares y por ello incluye tanto estándares de difusión de video como de transmisión de video en entornos cerrados y privados.

La finalidad de este proyecto es la de describir, desde el punto de vista técnico, los principales estándares relacionados con estos “caminos”, así como comparar aquellos que están en competición o que se utilizan en distintas partes del globo. Así los estándares que aquí se analizan son: tres estándares analógicos (NTSC, PAL y SECAM), cinco estándares digitales de difusión (DVB-S, DVB-C, DVB-T, DVBT2 y ATSC aunque de forma más detallada éstos dos últimos) y por último dos tecnologías de transmisión digital “indoor” (en espacios cerrados) que son UWB y WirelessHD.

Es importante que quede claro que este documento es sólo un resumen de un proyecto mucho más grande. Si el lector no comprende algo o necesita más información a cerca de un tema debe dirigirse al proyecto original.

Sumario de contenidos

1. Introducción.....	3
1.1 Antecedentes de la transmisión digital de video.....	3
1.1.1 NTSC.....	3
1.1.2 PAL.....	4
1.1.3 SECAM.....	4
1.2 ¿Por qué video digital?.....	4
2. Estándares de diffusion de video digital.....	5
2.1 El estándar DVB.....	5
2.1.1 DVB-S.....	5
2.1.2 DVB-C.....	6
2.1.3 DVB-T.....	6
2.1.4 DVBT2: La evolución de DVB-T.....	7
2.2 El estándar ATSC.....	8
2.3 Comparación entre DVB-T y ATSC.....	8
3. Estándares de transmisión digital de video “indoor”.....	9
3.1 UWB.....	9
3.2 WirelessHD.....	11
3.3 Comparación entre WirelessHD y UWB.....	12
4. Comparación entre DVB-T y WirelessHD.....	13

1. Introducción

1.1 Antecedentes de la transmisión digital de video

Los estándares tradicionales de transmisión y difusión de video adoptado por los diferentes países son tres: NTSC, PAL y SECAM.

1.1.1 NTSC

NTSC fue el primer estándar analógico. Utiliza modulación en amplitud para portar la señal de video y modulación en frecuencia para la señal de audio. La señal de video está compuesta por la señal que porta la información de “blanco y negro” llamada luminancia y la que porta la información sobre el color (Azul, Rojo y Verde) llamada crominancia. Para ésta se utiliza modulación de amplitud en cuadratura (Q e I en la figura 1) por que hay que separar la señal de azul de la del rojo. Típicamente se utilizan el azul y rojo porque hacen más contraste con la luminancia que el verde.

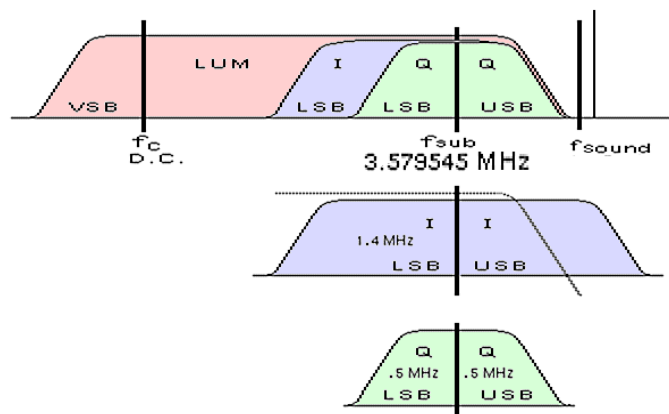


Figura 1: El espectro de NTSC

El ancho de banda de la señal NTSC es de 6 MHz y como podemos ver en la figura 1 hay tres portadoras. De izquierda a derecha: la primera es la portadora de video, la segunda es la sub-portadora de la crominancia y la tercera es del sonido.

NTSC utiliza VSB-AM, donde el 82.14% de la banda inferior es suprimida para conseguir un compromiso entre complejidad del modulador (si se utilizase SSB-AM) y redundancia de información (con DSB-AM).

Como podemos observar en la figura 1, la crominancia está insertada dentro de la señal de luminancia. Esto es así debido a razones de compatibilidad entre los televisores antiguos y los nuevos. Dicha inserción es posible debido a que el espectro de la crominancia no es contínuo. El hecho de que la crominancia sea más estrecha que la luminancia es porque el ojo humano tiene menos resolución a los colores que a la luz.

“Un camino hacia las comunicaciones digitales de video en casa”

NTSC presenta una importante desventaja: se producen errores de fase que conllevan errores de tonalidad en los colores en la pantalla. Los siguientes estándares surgieron para corregir dicho error.

1.1.2 PAL

Las dos principales diferencias que se presentan con respecto a NTSC son: 1) el ancho de banda de cada canal en este caso es de 8 MHz con la consiguiente redistribución de la posición de las portadoras y 2) la introducción de una técnica en la que la fase de parte de la información del color es invertida con cada línea de la imagen con lo que se consigue cancelar unos errores de fase con otros. Las siglas PAL precisamente provienen de esta forma de corregir los errores de fase (“Línea de fase alternada”). Sin embargo PAL presenta un problema por el hecho de solucionar el anterior y es que puede presentar saturación en el color.

1.1.3 SECAM

La distribución del espectro es la misma que PAL. Las principales diferencias con los dos estándares anteriores son: 1) se usa la modulación en frecuencia para portar la crominancia por lo que se elimina totalmente los problemas de los errores de fase y de saturación además de sufrir menos atenuación a largas distancias y 2) el transmisor no envía los dos colores juntos, sino que dicha información es obtenida en el receptor consultando el color a la línea precedente.

SECAM elimina los problemas de los dos anteriores estándares sin embargo se producen otros dos nuevos: 1) el problema “dot crawl” en la que aparecen unos patrones parecidos a tableros de ajedrez en la transición de colores debido a diafonía e intermodulación y 2) cruces de colores.

1.1.4 ¿Por qué video digital?

En la utilización de los anteriores estándares se producen problemas tales como dobles imágenes, ruido en la pantalla, niebla, etcétera, además de los ya vistos. Las señales analógicas inevitablemente van a sufrir daños por mucho cuidado que se tenga en los procesos de transmisión, propagación y recepción, sin embargo, la información digital, en la que cada pieza de información es encapsulada cuidadosamente y enviada a destino, si ocurre algo con ella, ésta se puede luego identificar, corregir o sustituir.

Otras ventajas para los sistemas de transmisión digitales son:

- Por lo general se necesita menos potencia para una buena recepción de la señal
- La calidad de las imágenes no tienen nada que enviar a las analógicas e incluso las pueden superar.
- La compresión de video hace posible enviar mucha menos información para la misma imagen. De esta forma por ejemplo se pueden tener más canales para el mismo ancho de banda.

2. Estándares de difusión digital de video

2.1 El estándar DVB

DVB nació como una forma de unificar toda la información y el desarrollo que se habían producido en la difusión de televisión en Europa.

Se van a estudiar los estándares relacionados con tres formas de transportar la señal: a través de un satélite, por medio de un cable y la forma terrestre.

La codificación de fuente común a todos los estándares DVB son MPEG-2 y los paquetes son de 188 bytes.

2.1.1 DVB-S

El diagrama de bloques de un transmisor en DVB-S es el siguiente:

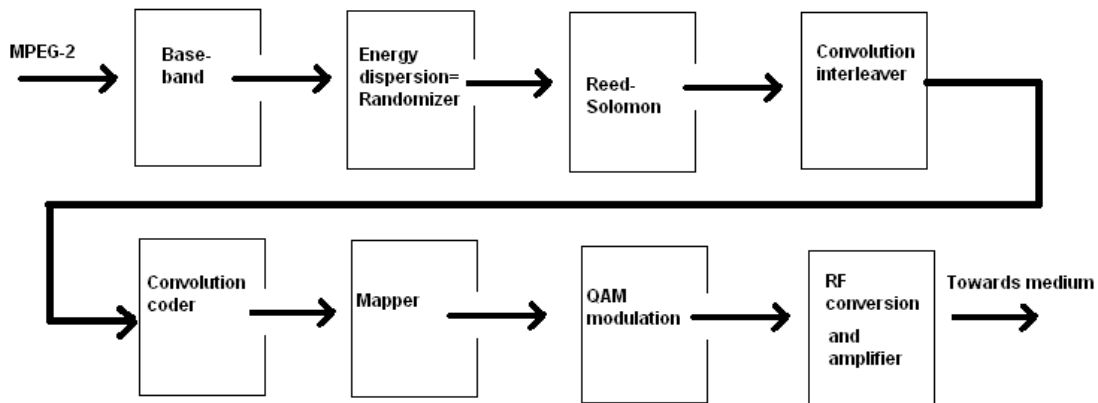


Figura 2: Diagrama de bloques del transmisor en DVB-S

El ancho de banda que se suele utilizar en este sistema, en el que el transmisor es un satélite, es 27.5 MHz. Con una modulación QPSK, la velocidad de transmisión es 55 Mbps. La razón por la que se elige QPSK, donde la información se codifica en la fase, es porque se necesita una modulación resistente a la fuerte atenuación (debido a las largas distancias), al ruido y la no linealidad del transpondedor del satélite.

La codificación de canal utilizada es Reed-Solomon. Reed-Solomon es capaz de corregir $L/2$ bytes, siendo L el número de bytes que transporta en el checksum. El valor de L suele ser de 16 bytes.

Hay otra etapa de protección después de R-S llamada “entrelazador convolucional” en el que los bytes son movidos uniformemente a lo largo de la cadena de bits. Esta etapa está pensada para sobreponerse al ruido de ráfagas, pues un error muy grande, después de la etapa del convolucional en recepción, se distribuye en errores más pequeños que R-S puede corregir.

Después del entrelazador se encuentra el Trellis (convolution coder en la figura) que optimiza la transmisión/recepción en canales gaussianos. En esta etapa, hay una sub-

“Un camino hacia las comunicaciones digitales de video en casa”

etapa llamada “perforado” en la que a cada símbolo formado se le añade un cierto número de bits para modular prestaciones. Si se añade un bit por cada tres bits se dice que tenemos una tasa de codificación (R) de $\frac{3}{4}$.

Para $R=\frac{3}{4}$, la tasa de transmisión neta después de todas las etapas pasa de ser 55 Mbps a **38.01 Mbps**.

2.1.2 DVB-C

Debido a las mejores condiciones de propagación del cable, en DVB-C existen las siguientes diferencias con respecto a DVB-S.

- Se admiten un máximo de 6 bits por símbolo para coaxial y 8 bits por símbolo para fibra.
- La modulación, en vez de ser en fase es en amplitud.
- No hay trellis

Con un canal de 8 MHz, un factor de roll-off igual a 0.15 y una constelación 64-QAM se consigue con los demás parámetros iguales que DVB-C una tasa de **38.15 Mbps**.

2.1.3 DVB-T

Es el estándar DVB que utiliza un canal de radio terrestre. Es el más utilizado y sustituye a los tradicionales estándares analógicos.

El diagrama de bloques de DVB-T sigue la misma estructura que DVB-S, sin embargo se añade una etapa de entrelazador interno después del Trellis que no incluían los anteriores estándares. Dicho entrelazador es relativo a bit y a símbolo por lo que su profundidad es mayor para dotar a DVB-T de una mayor protección.

A diferencia del resto de los estándares DVB estudiados, DVB-T es muy flexible permitiéndose muchos grados de libertad:

- 2 modos de transmisión: 2K (2048 puntos en la IFFT de OFDM) y 8K (8192 puntos en la IFFT de OFDM)
- 3 esquemas de modulación: QPSK, 16-QAM, 64-QAM
- 5 tasas de codificación: $\frac{1}{2}, \frac{2}{3}, \frac{3}{4}, \frac{5}{6}, \frac{7}{8}$
- 4 intervalos de guarda: $\frac{1}{2}, \frac{1}{8}, \frac{1}{16}, \frac{1}{32}$

Además DVB-T permite lo que se conoce por transmisiones jerárquicas en la que existen dos flujos de datos que tienen dos caminos distintos. Uno de ellos se transmite a alta velocidad pero con baja protección contra errores y el otro justo lo contrario. En buenas condiciones de recepción se eligen ambos flujos obteniéndose así toda la información. En malas condiciones (una SNR peor) el flujo de mayor protección es el único que se transmite y éste sólo contiene bits con la información de en cual de los cuatro cuadrantes está el símbolo a transmitir con lo que la imagen no se verá en buena calidad.

En cuanto a la modulación, **OFDM** se basa en la distribución de la tasa de datos entre muchas sub-portadores en vez de hacerlo sólo en una. Las ventajas de este tipo de

“Un camino hacia las comunicaciones digitales de video en casa”

modulación son unas señales más resistentes a las interferencias de “eco” y el hecho que se pueden transmitir varias señales en el mismo rango de frecuencias sin que se molesten unas a otras.

En la etapa de OFDM se produce la inserción de intervalos de guarda que incrementan el tiempo de bit para evitar lo máximo posible el daño eco.

Los **modos de transmisión** están relacionados con cuanta separación entre sub-portadoras existe. En el modo 2K hay una separación 4 veces mayor que en 8K y se utiliza para recepción móvil para evitar lo máximo posible el efecto doppler.

El ancho de banda de los canales puede ser 6,7 u 8 MHz. Con un canal de 8 MHz, un intervalo de guarda de 1/32 veces la duración de símbolo, una constelación 64-QAM y una tasa de codificación de 7/8 se consigue una tasa de transmisión neta de **31.67 Mbps**. Este valor, que es el máximo que se puede alcanzar en este estándar, es fruto de minimizar la protección utilizando el intervalo de guarda y la tasa de codificación más bajos, por lo que el sistema estaría muy expuesto a errores. Sin embargo, aún así, la velocidad de transmisión sólo se acerca un poco a las alcanzadas en los estándares DVB anteriores.

Antes de que se produzca la radiación, existe un amplificador de potencia que tiene una distorsión no lineal que crea una especie de “hombros” o montículos. Dichos hombros pueden interferir en sistemas a frecuencias cercanas por lo que es necesario el uso de un filtro. Éste filtro está puesto con el fin de cumplir con las restricciones de una máscara crítica que a 4.2 MHz de la frecuencia central en un canal de 8 MHz debe tener una atenuación de 50 dB.

2.1.4 DVBT2: La evolución de DVB-T

La clave de la mejora de DVBT2 es la eficiencia en varios sentidos:

Por un lado trata de minimizar la información redundante sin disminuir la protección contra errores usando un FCS de baja densidad conocido como “Low Density Parity Check”. De hecho DVBT2 trabaja muy cerca del límite de Shannon.

Por otro lado, en la modulación hay ciertos parámetros que adquieren valores más extremos tales como una constelación de 256 puntos e intervalos de guarda cuatro veces más pequeños (1/128), así como la sobrecarga introducida por las portadoras piloto es mucho menor.

Eligiendo unos valores de dichos parámetros que darían una velocidad de transmisión realista (con una tasa de errores razonable), se obtiene 35.4 Mbps para DVBT2 y 24.13 Mbps para DVB-T con el mismo ancho de banda, lo cual resulta en una eficiencia espectral 46.7 % mejor para DVBT2.

2.2 El estándar ATSC

ATSC es la evolución digital de NTSC, y es el estándar equivalente a DVB-T en Norteamérica.

ATSC basa su modulación en 8-VSB (cada 3 bits se codifican en uno de los 8 símbolos que se multiplica por una portadora), para transmitir a una velocidad fija de **19.4 Mbps** en una canal de 6 MHz en su forma terrestre. Sin embargo ATSC también contempla transmisión en cable con una modulación 16-VSB alcanzando el doble de velocidad: **38.8 Mbps**.

Éste estándar, al igual que DVB-T, incorpora un servicio adicional para poder transmitir a menor calidad pero con una protección mayor, ya que los datos atraviesan dos etapas completas de protección contra errores (con sus respectivas etapas R-S, entrelazador y Trellis). En este caso el servicio se llama “Transmisión de datos mejorada”.

Lo más destacable de este estándar en cuanto a la protección que ofrece frente a errores es que el entrelazador externo utiliza grupos de 52 paquetes de 208 bytes cada uno para mover los bytes uniformemente a lo largo del grupo. Este alto número de paquetes por grupo ofrece grandes prestaciones tales como que debe haber una ráfaga interferente mayor de 193 microsegundos (lo cual es un gran resultado) para que el sistema no pueda recuperarse.

2.3 Comparación entre DVB-T y ATSC

Es interesante atender a la comparación entre DVB-T y ATSC para comprender mejor ambos estándares. En la siguiente tabla se detallan las principales diferencias con sus respectivos comentarios:

Característica	DVB-T	Comentario	ATSC	Comentario
Reed-Solomon	RS(188,204)	8 bytes corregidos	RS(188,208)= 10 bytes corregidos	Implica mejor VER, C/N y eficiencia de potencia
Entrelazador	12 paquetes por grupo	-----	52 paquetes por grupo	Mejor protección contra errores
Protección adicional	Disponible	“Transmisiones jerárquicas”	Disponible	“Transmisión mejorada”
Modulación	OFDM	OFDM permite redes de una sola frecuencia	8-VSB	No se permiten redes de una sola frecuencia
Recepción móvil	Si	En el modo 2K	No	Muy pobre
TV en alta definición	Si	Depende de los parámetros elegidos	Si	Velocidad fija
Tasa de bits	31.2 Mbps máximo	Variable	19.4 Mbps	Fijo

Característica	DVB-T	Comentario	ATSC	Comentario
Flexibilidad	Si	Muchos grados de libertad en la elección de los valores de los parámetros	No	No hay grados de libertad
Ancho de banda	7 ó 8 MHz	6 MHz cambiando el reloj	6 MHz	7 y 8 MHz cambiando el reloj
Cobertura	Menor	-----	Mayor	Misma potencia, mayor área
Eficiencia espectral	Mejor	Menos interferencia entre canales adyacentes	Peor	-----

Tabla 1: Comparación entre DVB-T y ATSC

Es interesante observar en la tabla anterior como debido a que en EEUU, existen muchas áreas con baja densidad de población, ATSC hace ahínco en conseguir una mayor cobertura sin excederse en gastos de potencia. Esto se consigue en gran medida gracias a mejorar las etapas R-S y el entrelazador lo que conlleva una mejor protección contra errores.

3. Estándares de transmisión digital de video “indoor”

Los estándares que se van a estudiar aquí van a ser Ultra Wide Band (UWB) y WirelessHD. Estos estándares, más emergentes que los anteriores, tratan de resolver el problema de transmitir video sin cables en pequeñas áreas, tal y como podrían ser nuestras propias casas.

3.1 UWB

Se dice que se está trabajando con una tecnología UWB (“Banda Ultra Ancha”), cuando el ancho de banda es al menos el 25% de la frecuencia central.

En las aplicaciones de transmisión video en las que se utiliza UWB, el ancho de banda utilizado comprende desde los 3.6 GHz hasta los 10.6 GHz. Sin embargo, en dicho rango de frecuencias hay otros sistemas que llevan más tiempo operando como es el caso de WiFi y que por lo tanto puede interferir con UWB. La solución a este problema, es transmitir a una densidad espectral de potencia tan baja que interfiera lo menos posible con las tecnologías ya existentes; de hecho la densidad espectral de potencia de UWB está próxima a niveles de ruido. Esto se consigue haciendo emitiendo unos pulsos de duración mucho más corta que el tiempo de bit.

El espectro de UWB está dividido en 14 bandas más pequeñas de 528 MHz cada una. Las primeras 12 bandas están divididas en 4 grupos de 3 bandas cada uno y las bandas 13 y 14 forman el quinto grupo. Hay un sexto grupo que comprende las bandas 9, 10 y 11. Cada uno de estos grupos se convierte en un canal lógico.

Veamos un ejemplo de cómo sería la transmisión de seis símbolos OFDM (que corresponden a los símbolos OFDM necesarios para realizar el entrelazado):

En la siguiente figura se observa que dado que se utilizan las tres primeras bandas el grupo involucrado es el primero. Cada símbolo OFDM es transmitido en una banda junto a un padding de ceros, siguiendo una secuencia predeterminada que se conoce por TFC (“Código frecuencia tiempo”). En este caso es el TFC nº1 que corresponde a la secuencia 1,2,3,1,2,3.

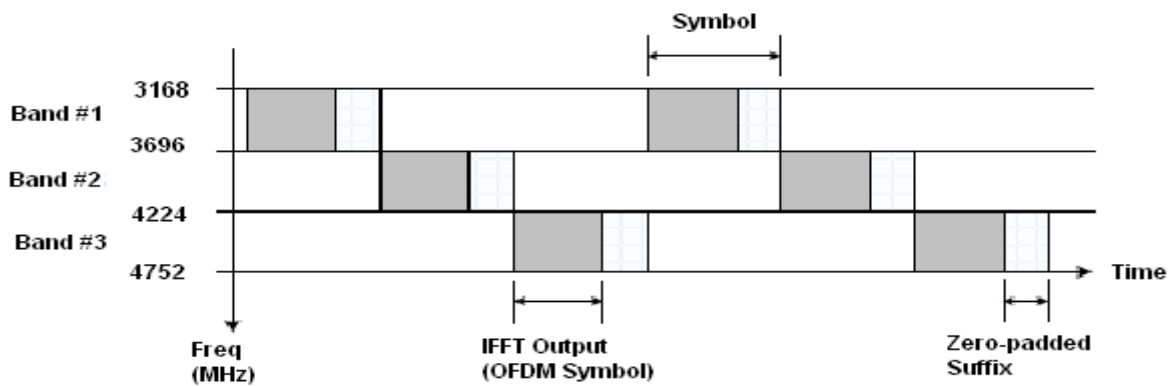


Figura 3: TFC número uno y MB-OFDM

Los TFCs disponibles en cada grupo son diez y son una forma de extender el ancho de banda necesario para transmitir la misma información que se transmitiría en un ancho de banda tres veces menor además de permitir compartir el espectro radioeléctrico con otros sistemas.

En cuanto a las constelaciones, para velocidades de transmisión menores que 200 Mbps se usa QPSK, sin embargo para velocidades mayores se usa una técnica conocida como “modulación de portadora dual” que sirve para contrarrestar el desvanecimiento selectivo en frecuencia. Esta técnica se basa en crear constelaciones bidimensionales que multiplica por dos los símbolos necesarios.

Todo el proceso de modulación se conoce “Modulación OFDM multibanda”, que no es más que enviar símbolos OFDM alternadamente en distintas bandas como se observa en la figura 3.

Por último hay dos mecanismos para extender el ancho de banda requerido para transmitir la misma información y son conocidos como TDS (“extensión en el dominio de la frecuencia”) y FDS (“extensión en el dominio del tiempo”). Si cualquiera de estos mecanismos está activado, la tasa de transmisión se divide por dos para un mismo ancho de banda.

La máxima velocidad de transmisión que se obtiene en UWB es **480 Mbps** si desactiva FDS y TDS y con una tasa de codificación $R=3/4$.

3.2 WirelessHD

WirelessHD surge de la mano de un consorcio compuesto por potentes compañías en el mundo de la electrónica. La idea era la de crear un sistema inalámbrico para transmitir video en un área pequeña a altas velocidades. Para ello, por primera vez, se utiliza la banda de los 60 GHz para dichos fines, consiguiendo unas velocidades cercanas a 4 Gbps pudiendo de esta forma ofrecer vídeo sin comprimir en alta definición.

A la frecuencia de 60 GHz, las ondas milimétricas resultantes no puedan atravesar paredes y otros obstáculos y las atenuaciones que sufren son muy elevadas. Esto limita en gran medida el alcance, siendo su valor máximo igual a 10 metros. El problema de los obstáculos se soluciona utilizando antenas dirigibles dinámicamente para poder encontrar el mejor camino entre el emisor y el receptor.

WirelessHD se incrusta en el escenario de una WVAN (“Red inalámbrica de video”). En dicho escenario existe un coordinador, varias estaciones no coordinadoras, enlaces de alta velocidad (HRP) y enlaces de baja velocidad (LRP).

Los enlaces **HRP** admiten una tasa de datos del orden de los Gbps por lo que las conexiones deben ser muy direccionales, simplex y siempre en unicast. Se admite la transmisión de video, audio e información de control.

La banda (completa) donde opera WirelessHD va desde los 57 hasta los 66 GHz. En este rango de frecuencias se definen 4 canales HRP y cada canal tiene ancho de banda de 1.76 GHz. Con una constelación 16 QAM y modulación OFDM es posible alcanzar los 3.8 Gbps por canal.

Lo característico de WirelessHD en cuanto a sus etapas en el transmisor, es que en HRP cada byte se divide en dos partes (el MSB y el LSB) que son tratadas independientemente a nivel de protección contra errores para luego volver a unir las antes del entrelazador interno y de la modulación OFDM.

Los enlaces **LRP** soportan una tasa de datos del orden de los Mbps y las conexiones pueden ser full-duplex, tanto omnidireccionales como direccionales y tanto en multicast (para patrones de radiación omnidireccionales) como en unicast (para patrones direccionales). Por lo tanto LRP no puede transportar video, limitándose su uso a audio, datos asíncronos e información de control.

Los canales LRP tienen un ancho de banda de 92 MHz. En el espacio de un canal HRP puede ir 3 canales LRP. Si existe más de una WVAN que quiere utilizar el mismo HRP el sistema no se lo permitiría, sin embargo lo que si está permitido es utilizar una LRP aunque otra WVAN ya esté utilizando otra LRP del mismo HRP. Con una constelación BPSK, se puede alcanzar un máximo de 10,17 Mbps cuando se transmite en forma omnidireccional y 40,67 Mbps para “haces formados”.

3.3 Comparación entre UWB y WirelessHD

Característica	UWB	WirelessHD
Alcance	10 m	10 m
Ancho de por canal	528 MHz	1,76 GHz (HRP), 92 MHz (LRP)
Banda de frecuencias	[3.1,10.6] Gbps	[57,66] Gbps
R-S	(23,17) Sólo para cabecera	(216,224)
Constelación	QPSK, DCM	BPSK, QPSK, 16 QAM
Modulación	MB-OFDM	OFDM
Máxima potencia transmitida	0.1 mW/MHz (-10 dBm)	5.68 mW/MHz (7.54 dBm)
Máxima tasa de transmisión	480 Mbps	3.8 Gbps
Eficiencia espectral (para 3.5 Gbps)	6.6 bps/Hz	1.98 bps/Hz
TV de alta definición	Comprimido	Sin comprimir

Tabla 2: Comparación entre UWB y WirelessHD

Alcance

En ambas tecnologías el alcance es de 10 m sin embargo las razones son dispares. En UWB se debe a la restricción de potencia y en WirelessHD a las altas frecuencias.

Planificación del espectro

UWB reparte los 7.5 GHz que tiene disponible en la banda [3.1,10.6]GHz en 14 sub-bandas de 528 MHz, disponiendo de canales lógicos de 528 MHz gracias el uso de MB-OFDM en dos o tres bandas. En el rango de frecuencias en el que se mueve tiene que compartir el espectro con otras tecnologías.

Por otro lado WirelessHD reparte 9 GHz en cuatro canales físicos de 1.76 GHz (HRP) en una banda mucho más alta [57,66] GHz con las consiguientes particularidades de las ondas milimétricas resultantes y sin tener que compartir el espectro con otros sistemas.

Potencia

La relación entre las máximas potencias transmitidas en las dos tecnologías es de 17.54 dB, que representa una diferencia muy sustancial. Esto como ya se ha explicado se debe a UWB debe tener unos niveles de densidad de potencia muy bajos, de hecho de media tiene -41 dBm/MHz de densidad espectral. Con los niveles de WirelessHD sería más difícil compartir el espectro con otras tecnologías.

Eficiencia espectral

UWB presenta una eficiencia espectral mayor que WirelessHD. Una mayor eficiencia espectral implica negativamente unos costes mayores y procesamiento más complejo, en cambio en el lado positivo implica señales más robustas, una eficiencia en la potencia y el propio hecho de que se necesita menos ancho de banda para alcanzar la

“Un camino hacia las comunicaciones digitales de video en casa”

misma tasa de transmisión. Esta ventaja lo sería realmente si se dispusiese de un ancho de banda limitado, sin embargo WirelessHD tiene más ancho de banda disponible por canal, con lo que permite aprovechar las ventajas de utilizar una eficiencia espectral menor a la vez que se sobrepone a una desventaja.

TV de alta definición

WirelessHD puede transmitir imágenes en alta definición sin la necesidad de comprimir mientras que UWB si quiere hacer lo mismo tiene que optar por la compresión, degradando de esta forma la calidad de la imagen y requiriendo el uso de un sistema de codificación/decodificación de fuente que aumenta los costes y la latencia.

4. Comparación entre DVB-T y WirelessHD

Aunque sean tecnologías complementarias y que no están en competición, cabe una breve comparación para precisamente apreciar en donde radican los aspectos que hacen a éstos estándares complementarios.

DVB-T se encarga de transportar la señal desde las emisoras hasta las casas y WirelessHD se ocupa de todo aquello que tiene que ocurrir con las señales dentro del hogar.

Alcance

Las ondas milimétricas resultantes de utilizar frecuencias tan altas tienen la ventaja de que las antenas son muy pequeñas, de que disponen de altas ganancias para sobreponerse a la alta atenuación que éstas ondas presentan y que los circuitos son baratos y eficientes en potencia. Sin embargo el inconveniente es que el alcance se limita en gran medida.

En el otro extremo están las ondas producidas en el orden de los MHz. Los alcances son mucho más grandes, pudiendo ser 50 Km si la transmisión es entre una emisora de televisión y un receptor y 10 km si es entre un repetidor y un receptor.

Banda de frecuencias

Como se sabe, WirelessHD se mueve en la banda de los 60 GHz mientras que DVB-T funciona en UHF que empieza en 470 MHz aunque las frecuencias donde opera DVB-T depende del país.

Ancho de banda

WirelessHD necesita de un ancho de banda mucho mayor pues la señal de video que transmite es sin comprimir a diferencia de DVB-T que si lo es.

Protección contra errores

En DVB-T, el codificador externo es RS(216,224) mientras que para WirelessHD es RS(216,224). Por lo tanto DVB-T puede corregir 8 bytes mientras WirelessHD sólo

“Un camino hacia las comunicaciones digitales de video en casa”

puede corregir 4 bytes. Esta enorme diferencia es compensada en WirelessHD por las cortas distancias y poco densas constelaciones que permiten una menor BER.